Aus dem Zahnärztlichen Institut der Universität Göttingen
Direktor: Prof. Dr. Rebel

# Die Volumenänderung der Guttapercha

## Dissertation

zur Erlangung des Doktorgrades
der Medizinischen Fakultät
der Georg-August-Universität zu Göttingen

vorgelegt im Dezember 1939

von

**Godehard Uthoff**
appr. Zahnarzt
aus Algermissen (Hannover).

Göttingen + Gedruckt bei Hubert & Co. + 1940

Dekan: Prof. Dr. Stich
Berichterstatter: Prof. Dr. Rebel
Tag der mündlichen Prüfung: 29. Dez. 1939

Die weite Verbreitung der Guttapercha in der zahnärztlichen Praxis erfordert eine genaue Untersuchung ihrer Eigenschaften. Bei Durchführung meiner Versuche leitete mich der Gedanke, festzustellen, inwieweit durch Veränderung des Volumens, sei es durch thermische Einflüsse, sei es durch Quellung, die Verwendbarkeit der Guttapercha als Füllungsunterlage oder als definitive Füllung (Füllung der Wurzelkanäle und des Pulpenkavums) beeinflußt oder gar beeinträchtigt wird. Aus dem Jahre 1922 liegt eine Dissertation vor, die sich u. a. mit der Quellung verschiedener Guttaperchaarten befaßt. Die Quellung ist durch die Änderung des spezifischen Gewichtes dargestellt. Ich habe mich in meinen Versuchen bemüht, den Umfang der Volumenänderung ohne Berücksichtigung des spezifischen Gewichtes sofort ablesbar zu machen und auch den Quellungsdruck zu berücksichtigen, was mir für die Praxis von Bedeutung zu sein scheint.

Aus der allgemeinen Pathologie ist der Begriff Druckatrophie bekannt. Ein längere Zeit anhaltender Druck vermag das betroffene Gewebe in der Lebensfunktion zu stören oder gar zur Nekrose zu bringen. Von der Voraussetzung ausgehend, daß die Guttapercha unter den Einflüssen, denen sie in der Mundhöhle ausgesetzt ist, eine Zunahme ihres Volumens erfährt, möchte ich an einem Beispiel zeigen, wie diese Ausdehnung sich auf das gesunde Gewebe auswirken kann, wenn ihr Ausmaß groß genug ist. Man stelle sich eine tiefe occlusale Kavität eines Molaren vor, bei dem die Pulpa bereits durch den Dentinboden hindurchschimmert, das Pulpendach aber noch nicht verletzt und das Pulpengewebe noch nicht durch chemische oder bakterielle Einwirkungen geschädigt ist. In die Kavität wird mit mehr oder weniger Druck Guttapercha gepreßt und als endgültiger Verschluß Amalgam aufgefüllt, auch unter beträchtlicher Druckanwendung. Unter dieser Füllungsgewalt soll das

Pulpendach schon etwas nachgegeben haben und die Pulpa unter leichten Druck gesetzt sein. Durch die Dentinkanälchen dringt, wenn sie vorher nicht durch Lack, Versilberung u. a. geschlossen wurden, vielleicht auch trotz Verschlusses, Gewebsflüssigkeit zu der Guttapercha. Die nun eintretende Quellung wird sich vornehmlich auf das Pulpendach auswirken können, da der Amalgamverschluß wie auch die Seitenwände praktisch unnachgiebig sind. Bei entsprechendem Quellungsmaß wird die gesamte Pulpa unter Druck gesetzt. Ist letztere noch jugendlich und gesund, so wird bei günstiger Reaktionslage des Gesamtorganismus das Gewebe diesen sehr mäßigen Druck überstehen oder vielleicht durch Bildung von Sekundärdentin ihm entgegenzuwirken suchen. Bei älteren oder irgendwie geschädigten Pulpen besteht die Möglichkeit, daß das Gewebe atrophiert oder in den Zustand der Entzündung übergeht. Von wesentlicher Bedeutung ist natürlich die Zeit, in der die Volumenänderung und der dadurch bedingte Druck abläuft. Ein plötzlicher starker Druck wirkt ganz anders als ein geringer, lange andauernder oder langsam anwachsender. Während die Reaktion des Gewebes bei gleichmäßigem geringem Druck sich innerhalb der physiologischen Grenzen hält, setzt im gegenseitigen Fall augenblicklich eine offensichtliche Schädigung ein. Zum Vergleich sei auf Callus und Contusio aus der allgemeinen Medizin verwiesen.

Eine weitere Möglichkeit als ungünstige Folge der Volumenzunahme soll angeführt werden. Ein Molar ist wurzelbehandelt und zum Abfüllen vorbereitet. Eine Wurzel ist am apikalen Viertel stark gekrümmt, so daß mechanische Säuberung unmöglich war. Die Kanäle werden mit Guttaperchastiften gefüllt, das Pulpenkavum und ein Teil der restlichen Kavität mit Stangenguttapercha. Als Abschluß werde eine Metallgußfüllung gewählt. Durch die Volumenzunahme der Guttapercha, die sich nur wurzelwärts auswirken kann, wird das nekrotische, vielleicht trotz medikamentöser Behandlung noch infektionstüchtige Pulpengewebe der abgebogenen Wurzel über den Apex hinausgeschoben und damit ein apikaler Schaden (Infektion u. a.) gesetzt, der den Erfolg der Behandlung in Frage stellen kann.

Die Versuche selbst wurden in zwei Gruppen eingeteilt:

1. die Volumenänderung durch thermiſche Einflüſſe, 2. die Änderung durch Quellung mit Berückſichtigung des Quellungsdruckes. Unterſucht wurden 1. chemiſch reine Guttapercha, 2. Stangenguttapercha, 3. Plattenguttapercha. Da eine große Anzahl Guttaperchapräparate verſchiedener Herſteller im Gebrauche ſind, wurden die bekannteſten unterſucht und verglichen. Es ſtellten ſich nur geringe Unterſchiede heraus, und deshalb habe ich in der Hauptverſuchsreihe nur je ein Präparat der Stangen- und Plattenguttapercha berückſichtigt. Die Stangenguttapercha iſt von der Firma de Trey, die roſa Plattenguttapercha von S. S. White. Die Rohguttapercha wurde mir freundlicherweiſe von der De Trey A.G. zur Verfügung geſtellt.

Um einen Vergleich der beiden erſteren Präparate mit Rohguttapercha hinſichtlich ihrer Zuſammenſetzung machen zu können, wurden ihre anorganiſchen Zuſätze feſtgeſtellt. Die Feſtſtellung erfolgte durch Veraſchung. Die Unterſuchungen wurden durchgeführt im Chemiſchen Inſtitut der Univerſität Göttingen. Das Ergebnis iſt in Verhältniszahlen angegeben. Sie ſtellen Mittelwerte dar und drücken das Gewichtsverhältnis der Ausgangsmenge zum Aſchenreſt aus.

| | Ausgangsmenge | Glührückſtand |
|---|---|---|
| Reine Guttapercha | 100 | 0,30 |
| Stangenguttapercha | 100 | 79,63 |
| Plattenguttapercha | 100 | 73,24 |

Zunächſt wurde ein Vorverſuch durchgeführt zur Feſtſtellung der Wärmeleitfähigkeit der Guttapercha. In ein Glasgefäß von etwa 2 cm Durchmeſſer und 4 cm Höhe wurde Guttapercha eingeknetet. In dieſe Guttapercha war ein Queckſilberthermometer ſo hineinverſenkt, daß ſich die Hg-Kugel etwa in der Mitte des Gefäßes 2 cm über dem Boden befand. Das ganze Gefäß wurde in ein Waſſerbad getaucht, deſſen Temperatur ein zweites Thermometer anzeigte. Bei Gleichſtand beider Queckſilberſäulen wurde das Waſſerbad auf 25° erhitzt und die Zeit feſtgeſtellt, die verſtrich, bis das Thermometer im Innern der Guttapercha gleiche Grade anzeigte. Es verlief eine Zeit von 7 Minuten 30 Sekunden. Nach weiterer Erhitzung auf 50° ſtellte ſich der Gleichſtand nach 7 Minuten

10 Sekunden ein. Die Durchwärmungsdauer ist danach mit etwa 8 Minuten anzusetzen. Diese Zeit wurde bei allen Versuchen eingehalten, obwohl es sich um Mengen von wesentlich kleinerem Durchmesser handelte.

## Ausdehnung durch thermische Einflüsse.

Der erste Versuch betrachtet das Versuchsgut als festen Körper und sucht seine lineare Ausdehnung festzustellen. In eine 20 cm lange, unten geschlossene Glasröhre ist die Guttapercha eingeknetet. Das geschieht sehr sorgfältig. Die Glasröhre wird in kochendes Wasser getaucht, die Guttapercha in kleinen Mengen hineingeworfen und mit einem Glasstab zusammengepreßt. In das obere Ende der Röhre ist ein eingeschliffener Glasstöpsel gesetzt, auf diesen in einem eingebohrten Loch eine Nadel gekittet. Ein aufgesetzter Messingring mit Gewinde und fester Vergleichsmarke hält die Glasröhre in einem Wassergefäß. Die Stellungsänderung der Nadel kann durch ein Mikroskop, das auf den Wasserbehälter aufgeschraubt ist, beobachtet werden. Das Wasser wird durch eine Gasflamme auf eine bestimmte Temperatur gebracht. In einem zweiten Versuch wurde die 20 cm lange Röhre durch eine 40 cm lange ersetzt. Eines ist dabei zu beachten. Die Ausdehnung der Röhre wird bei der Messung nicht berücksichtigt. Mittels eines Messingstabes, dessen linearer Ausdehnungskoeffizient bekannt ist und der in die Glasröhre hineingestellt wurde, konnte ich feststellen, daß die Ausdehnung des Glases in dem verhältnismäßig nur geringen Temperaturbereich der Versuche so klein war, daß sie vernachlässigt werden durfte.

Trotz der Verlängerung der Röhre waren die Ergebnisse recht ungenau. Der Abstand der beiden Kontrollmarken voneinander, ihre Verschiebung bei Erschütterungen bargen eine Reihe Fehlerquellen in sich. Es wurde daher zu einer anderen Meßmethode geschritten. Diese faßt die Guttapercha als Flüssigkeit auf und sieht folgendermaßen aus: Ein unten geschlossener Glaszylinder ist oben nach Art eines Pyknometers konisch erweitert. In die Erweiterung ist ein durchbohrter Glasstöpsel mit aufgesetzter Kapillare

eingeschliffen. Die Kapillare ist graduiert und hat eine Länge von etwa 10 cm, einen Durchmesser von 1,13 mm, so daß ihr Querschnitt etwa 1 mm² beträgt. Die Glasröhre ist etwa 11,5 cm lang und hat einen Querschnitt von 1 cm². Der Glaszylinder wurde mit 10 ccm Versuchsgut gefüllt. Über der Guttapercha stand Quecksilber, das beim Aufsetzen der Kapillare in diese aufstieg. Mittels einer Injektionsspritze aus Glas und feiner Kanüle konnte der Quecksilbermeniskus auf den Nullpunkt eingestellt werden. Durch die Ausdehnung der Guttapercha bei Erwärmung im Wasserbad verschiebt sich das Hg in der Röhre, und an dem Ausmaß der Verschiebung kann man den Umfang der Volumenänderung feststellen. Es bleibt wiederum zu berücksichtigen, daß neben der Guttapercha auch das Glasgefäß sich ausdehnt. Um das im Endergebnis ausscheiden zu können, wurde ein Vorversuch angestellt. Das Meßgefäß wurde mit Quecksilber gefüllt und im Wasserbad auf eine bestimmte Wärmestufe gebracht. Aus dem Volumen des verwandten Quecksilbers und seinem Ausdehnungskoeffizienten, der aus der Thermometrie genau bekannt ist, läßt sich das Volumen bei veränderter Temperatur berechnen. Der Unterschied, der zwischen dem errechneten Ergebnis und dem abgelesenen besteht, ist auf die Raumänderung des Meßgefäßes zurückzuführen. Er kann nun bei der Durchführung des Hauptversuches berücksichtigt werden, ist aber ebenfalls so gering, daß ich ihn vernachlässigen konnte.

Diese Vorrichtung hatte gegenüber der vorhin angeführten wesentliche Vorzüge. Sie ermöglichte eine viel genauere Ablesung mit dem bloßen Auge auch bei kleinen Temperaturintervallen. Einer Verschiebung der Meßnadel im Apparat 1 um 1 mm würde bei gleichem Querschnitt der Glasröhre eine Verschiebung des Quecksilbermeniskus um 100 mm im Apparat 2 entsprechen.

Die Durchführung der Versuche spielte sich in einem Temperaturbereich von 10—60° ab. Da die Kapillaren nur eine Länge von 10 cm hatten, quoll bei Temperaturen über 30° das Quecksilber aus ihnen heraus. Es wurde aufgefangen, mittels Kanülenspritze in eine leere Kapillare gefüllt und sein Volumen gemessen.

Die Ergebnisse dieser Messung sind folgende:

| Temperatur | Reine Guttap. | Stangen-Guttap. | Platten-Guttap. | Temperatur | Reine Guttap. | Stangen-Guttap. | Platten-Guttap. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 10° | 0 | 0 | 0 | 10° | 0 | 0 | 0 |
| 20° | 5,00 | 4,55 | 4,20 | 20° | 5,15 | 4,60 | 4,30 |
| 30° | 9,75 | 9,05 | 8,60 | 30° | 9,80 | 9,25 | 8,75 |
| 40° | 14,80 | 13,35 | 13,00 | 40° | 14,65 | 13,45 | 13,10 |
| 50° | 19,10 | 17,60 | 17,15 | 50° | 19,00 | 17,65 | 17,10 |
| 60° | 25,45 | 22,35 | 21,45 | 60° | 25,40 | 22,45 | 21,50 |

| Temperatur | Reine Guttap. | Stangen-Guttap. | Platten-Guttap. |
|---|---|---|---|
| 10° | 0 | 0 | 0 |
| 20° | 5,10 | 4,50 | 4,25 |
| 30° | 9,85 | 9,10 | 8,65 |
| 40° | 14,70 | 13,30 | 13,10 |
| 50° | 19,15 | 17,50 | 17,05 |
| 60° | 25,55 | 22,25 | 21,45 |

Die Messung wurde dreimal vorgenommen und aus den Ergebnissen das Mittel gezogen. Als Ausdehnungskoeffizienten erhielt ich für reine Guttapercha 0,000494, für Stangenguttapercha 0,000452 und für Plattenguttapercha 0,000432.

## Quellung.

Zur Feststellung der Quellung wurde ein Apparat benutzt, der mit dem vorhin beschriebenen bis auf eine geringfügige Änderung übereinstimmte. Die Glasröhre besaß nur eine Länge von etwa 3 cm, dagegen einen Durchmesser von 2 cm. Der Boden war offen und plangeschliffen. Mittels eines Kittes (Zinkoxyd + Phosphorsäure) war sie in einen porösen Tonzylinder eingekittet, so daß die Schliffläche genau dem Boden des Tongefäßes auflag. Sie wurde etwa $^1/_4$ cm hoch mit Guttapercha gefüllt, darüber stand das Quecksilber bis zum Nullpunkt der Kapillare. Ich beabsichtigte, eine möglichst große Fläche des Untersuchungsgutes mit der Flüssigkeit in Berührung zu bringen, und verringerte die Dicke der Schicht,

da nur eine oberflächliche Quellung vorhanden sein soll. E. Fischer schreibt in seinem Buche „Guttapercha und Balata" hinsichtlich der Quellung: „Für Gase und Flüssigkeiten, die Guttapercha nicht angreifen, ist sie nahezu undurchdringlich, nur in der Nähe der Oberfläche findet eine geringe Aufnahme von Flüssigkeit, z. B. Wasser, statt, das nur in die Zellen einzudringen scheint." (Die Dicke der Schicht war aber immerhin noch so, wie sie in der zahnärztlichen Praxis kaum erreicht wird.)

Dieser Apparat wurde in verschiedene Flüssigkeiten getaucht und acht Tage lang bei einer Temperatur von 37° im Brutschrank aufbewahrt, um die Verhältnisse der Mundhöhle möglichst getreu nachzuahmen. Durch den porösen Tonboden drang die Flüssigkeit zu der Guttapercha und brachte diese zur Quellung, deren Ausmaß der in der Kapillare verschobene Quecksilbermeniskus anzeigte.

Die ersten Messungen schlugen fehl und bewogen mich, die Durchlässigkeit der Tonzylinder für Wasser zu prüfen. Zu diesem Zwecke füllte ich sie mit Kristallen von Kupfersulfat, die durch Erhitzen vom Kristallwasser befreit waren. Sobald Wasser hinzutrat, mußte wieder Blaufärbung eintreten. In einigen Fällen blieb die weiße Farbe noch nach Tagen unverändert, in anderen schlug sie schon nach 30 Minuten in Blau um. Die undurchlässigen Filter schieden aus.

In einer weiteren Versuchsanordnung wurden die Tonfilter durch Filterglas ersetzt. Es ist großporiger als die Tonfilter und hat die Eigenschaft, Wasser und andere Flüssigkeiten sehr gut, Guttapercha aber überhaupt nicht durchzulassen. Es trat also sofort nach Beginn der Messung das Quellungsmittel an die Guttapercha heran.

Als Quellungsmittel wurden gewählt: 1. destilliertes Wasser, 2. physiologische Kochsalzlösung, 3. Speichel. Der Speichel wurde filtriert und ihm zur besseren Haltbarkeit 2% Thymol zugesetzt. Das Ergebnis zeigen die folgenden Tabellen:

Guttaperchamenge je 1 $cm^3$

| Tag | Stangen-guttapercha | Tag | Platten-guttapercha | Tag | Reine Guttapercha |
|---|---|---|---|---|---|
| | | | Acu. dest. | | |
| 1. | 2,45 | 1. | 4,25 | 1. | 4,40 |
| | 2,45 | | 4,25 | | 4,41 |
| 2. | 2,47 | 2. | 4,27 | 2. | 4,43 |
| | 2,48 | | 4,28 | | 4,45 |
| 3. | 2,50 | 3. | 4,30 | 3. | 4,48 |
| | 2,52 | | 4,32 | | 4,49 |
| 4. | 2,54 | 4. | 4,34 | 4. | 4,52 |
| | 2,56 | | 4,35 | | 4,53 |
| 5. | 2,57 | 5. | 4,35 | 5. | 4,55 |
| | 2,58 | | 4,35 | | 4,56 |
| 6. | 2,58 | 6. | 4,35 | 6. | 4,56 |
| | 2,58 | | 4,35 | | 4,56 |
| 7. | 2,58 | 7. | 4,35 | 7. | 4,56 |
| | 2,58 | | 4,35 | | 4,56 |
| | | | Physiologische Kochsalzlösung | | |
| 1. | 4,55 | 1. | 3,50 | 1. | 3,72 |
| | 4,55 | | 3,50 | | 3,72 |
| 2. | 4,57 | 2. | 3,51 | 2. | 3,75 |
| | 4,58 | | 3,51 | | 3,77 |
| 3. | 4,61 | 3. | 3,53 | 3. | 3,80 |
| | 4,64 | | 3,54 | | 3,81 |
| 4. | 4,65 | 4. | 3,56 | 4. | 3,83 |
| | 4,65 | | 3,57 | | 3,84 |
| 5. | 4,65 | 5. | 3,57 | 5. | 3,86 |
| | 4,65 | | 3,57 | | 3,86 |
| 6. | 4,65 | 6. | 3,57 | 6. | 3,86 |
| | 4,65 | | 3,57 | | 3,86 |
| 7. | 4,65 | 7. | 3,57 | 7. | 3,86 |
| | 4,65 | | 3,57 | | 3,86 |

| Tag | Stangen-guttapercha | Tag | Platten-guttapercha | Tag | Reine Guttapercha |
|---|---|---|---|---|---|
| | | Speichel | | | |
| 1. | 2,50 | 1. | 3,45 | 1. | 3,61 |
| | 2,50 | | 3,45 | | 3,62 |
| 2. | 2,51 | 2. | 3,46 | 2. | 3,63 |
| | 2,52 | | 3,47 | | 3,64 |
| 3. | 2,53 | 3. | 3,48 | 3. | 3,66 |
| | 2,54 | | 3,48 | | 3,67 |
| 4. | 2,55 | 4. | 3,49 | 4. | 3,69 |
| | 2,55 | | 3,49 | | 3,70 |
| 5. | 2,55 | 5. | 3,49 | 5. | 3,70 |
| | 2,55 | | 3,49 | | 3,70 |
| 6. | 2,55 | 6. | 3,49 | 6. | 3,70 |
| | 2,55 | | 3,49 | | 3,70 |
| 7. | 2,55 | 7. | 3,49 | 7. | 3,70 |
| | 2,55 | | 3,49 | | 3,70 |

Danach trat im Speichel bei Stangenguttapercha eine Verschiebung des Quecksilbermeniskus um 0,5 mm ein, bei Plattenguttapercha um 0,4 mm und bei reiner Guttapercha um 0,9 mm ein. Mit anderen Worten nahm das Volumen von 1000 $mm^3$ im ersten Falle um $^1/_2$ $mm^3$ zu, im zweiten Falle um 0,4 $mm^3$ und im letzten um 0,9 $mm^3$.

## Quellungsdruck.

Zur Feststellung des Quellungsdruckes wurde 1 $cm^3$ Guttapercha in einen Tonzylinder geknetet. Letzterer war durch umgelegte Messingbänder verstärkt. Ein Molar, dessen Höcker abgeschliffen waren, wurde mit einem 4,5 mm-Stahlbohrer durchbohrt, so daß eine parallelwandige Kavität entstand, und in den Zylinder festgekittet. Die Kavität wurde bis auf 2 mm mit Guttapercha gefüllt und mit Amalgam, in anderen Fällen mit Zement und einer Gußfüllung verschlossen. Der evtl. auftretende Quellungsdruck sollte die Füllungen aus den Kavitäten herauspressen. Nach

vierzehntägiger Aufbewahrung in den drei Quellungsmitteln bei 37° zeigte sich in keinem Fall eine Veränderung. Nachträglich wurde ganz oberflächlich die Festigkeit der Füllungen geprüft. Der Zahn wurde hohl gelagert. Über einen Stempel wirkte ein Gewicht auf die Füllung. Amalgam- und Gußfüllung hielten eine Belastung von 10 kg, die Zementfüllung eine solche von 8 kg aus. Diese Kraft vermochte die quellende Guttapercha nicht aufzubringen. Zwar läßt sich eine Quellung auch durch völligen Abschluß nur schwerlich aufhalten, doch glaube ich die Erscheinung folgendermaßen erklären zu können. Beim Einkneten der Guttapercha läßt es sich nicht vermeiden, daß kleine Luftmengen eingeschlossen werden. Diese werden durch den auftretenden Druck stark zusammengepreßt, ihr Volumen folglich so sehr verkleinert, daß die durch Quellung sich ausdehnende Guttapercha diesen Raum einnehmen kann. Ich habe versucht, die Guttapercha völlig luftfrei in die Zylinder einzubringen, indem ich sie in Chloroform löste und das Lösungsmittel dann verdampfen ließ. Es war mir aber nachher nicht möglich, das Chloroform restlos zu verdampfen. Die Gewichtszunahme bestätigte das. Ich mußte daher wieder den alten Weg beschreiten. Da in der Praxis dieselben Methoden angewandt werden, war ich dazu berechtigt.

Um die eingangs erwähnte Möglichkeit der Verschiebung fauliger, keimhaltiger Massen durch nachdrückende Guttapercha im Versuch nachzuahmen, wurden kurze Glasröhren an einem Ende zu Kapillaren ausgezogen, die Kapillare und ein Teil der Röhre, etwa in Menge, wie sie bei einem Molaren verwandt werden können, mit Guttapercha gefüllt und mit Zement abgeschlossen. Diese Röhrchen wurden unter Speichel drei Wochen lang im Brutschrank aufbewahrt. Nach dieser Zeit konnte man feststellen, daß nur die reine Guttapercha um etwa $^{3}/_{10}$ mm aus der plangeschliffenen Kapillaröffnung hervorgequollen war. In einer letzten Versuchsreihe wurden die Kapillaren mit Guttaperchastiften, der übrige Raum der Glasröhrchen mit Stangenguttapercha verschiedener Fabrikate gefüllt. Nach drei Wochen zeigte sich auch hier in keinem Fall eine Verschiebung der Stiftchen.

## Zusammenfassung.

1. Sämtliche untersuchten Guttaperchapräparate dehnen sich bei Temperaturerhöhung innerhalb des in der Mundhöhle möglichen Bereiches aus.
2. Quellung tritt bei allen untersuchten Präparaten ein. Sie ist am stärksten bei der reinen Guttapercha, am geringsten bei der Plattenguttapercha und erreicht im Wasser das größte, im Speichel das kleinste Ausmaß.
3. Der Quellungsdruck hat in keinem der untersuchten Fälle zur Entfernung oder Lockerung der Füllungen geführt.
4. Nur reine Guttapercha quoll aus den Glaskapillaren um etwa $^{3}/_{10}$ mm hervor.

Zum Schluß noch ein Vergleich des bei den Versuchen angewandten Temperaturbereiches mit dem physiologischen, in der Mundhöhle möglichen. Bei den Messungen wurden Temperaturen von 10—60° angewandt. Es können tiefere und höhere vorkommen, diese wirken aber normalerweise nur kurze Zeit und kommen fast nur mit den Frontzähnen, kaum mit den Seitenzähnen in Berührung. Die Zahnartsubstanz und die Guttapercha selbst leiten die Wärme nur schlecht. Die die Zähne deckenden Weichteile schützen erstere und sorgen für baldigen Temperaturausgleich. Heiße wie kalte Speisen werden möglichst schnell verschluckt oder bei beginnender Schmerzempfindung sofort wieder ausgespien. Eine Ausnahme scheint mir die Temperaturbeeinflussung bei dem heute so weit verbreiteten Genuß von Speiseeis zu bilden. Ich glaube, daß dabei die physiologische Temperatur deutlich unterschritten wird. Zu berücksichtigen bleibt aber, daß vorwiegend eine Volumenvermehrung, weniger eine -verminderung der Guttapercha von Bedeutung sein wird. Für die Festigkeit einer guten Gußfüllung ist es unwesentlich, ob die Unterlage sich etwas kontrahiert, dagegen könnte sie durch Zunahme ihres Volumens beeinträchtigt werden. In der Praxis wird die Guttapercha gewöhnlich über der Flamme erweicht und dann in die Kavität gebracht. Die Temperatur liegt also zunächst über der physiologischen,

hat sich aber sicherlich zu dieser ausgeglichen, wenn die Füllarbeit beendet ist. Wesentlichen Schwankungen ist sie nun kaum noch unterworfen.

## Ergebnis.

Die Volumenänderung, die die Guttapercha in der Mundhöhle durch thermische Einflüsse und durch Aufnahme von Flüssigkeit erfährt, beeinflußt ihre Verwendbarkeit in der Zahnheilkunde nicht.

## Literaturverzeichnis.

1. K. Memmler, Handbuch der Kautschukwissenschaften.
2. E. Fischer, Guttapercha und Balata, ihre Ersatzstoffe und technischen Gemenge.
3. Kohlrausch, Lehrbuch der praktischen Physik.

---

An dieser Stelle sei Herrn Professor Rebel für die freundliche Überlassung des Themas besonders gedankt. Mein Dank gebührt auch Herrn Professor Hilsch vom Physikalischen Institut für wertvolle Hinweise und Herrn Dr. Goubeau vom Allgemeinen Chemischen Institut für freundliche Unterstützung.

# Lebenslauf.

Am 2. April 1914 wurde ich als Sohn des Kaufmanns Bernhard Uthoff und seiner Ehefrau Maria geb. Albrecht in Algermissen (Hannover) geboren. Nach fünfjährigem Besuch der Volksschule meines Heimatortes kam ich auf das Gymnasium Josephinum in Hildesheim, wo ich Ostern 1934 die Reifeprüfung ablegte. Ich meldete mich danach zum Freiwilligen Arbeitsdienst. Nach Ableistung einer halbjährigen Dienstzeit war ich in der landrätlichen Verwaltung in Hildesheim tätig. Im Wintersemester 1935/36 begann ich mein zahnärztliches Studium an der Universität Göttingen. Dort bestand ich im Frühjahr 1937 die zahnärztliche Vorprüfung und im Juni 1939 das zahnärztliche Staatsexamen.

Anschließend war ich bis zum Kriegsausbruch als Assistent tätig.